

Verkehr verlagern! Szenarioanalysen zu Modal-Shift-Potenzialen im Personenverkehr im Ruhrgebiet 2050

Wie weit können ambitionierte und flächenhafte Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung im Personenverkehr im Ruhrgebiet dazu beitragen, die Ziele von Energiewende und Klimaschutz in der Region bis 2050 zu erreichen? Diese Frage wurde mit dem „Modell Ruhrgebiet“ mittels systematischer Forecasting-Szenarien untersucht. Mit den Simulationsrechnungen können die Potenziale von integrierten Maßnahmen der Siedlungsentwicklung und Verkehrsplanung zur Verkehrsverlagerung vom motorisierten Individualverkehr zum Umweltverbund identifiziert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass durch eine kombinierte Push- und Pullstrategie für den Modal Shift beachtliche Potenziale zur Verkehrsverlagerung und damit zur Verringerung der Kohlendioxidemissionen erschlossen werden können. Besonders wirksam sind restriktive Maßnahmen gegen den MIV. Die Ergebnisse verdeutlichen eine unbequeme Wahrheit: Es ginge, wenn man wollte.

To what extent can ambitious and area-covering modal shift measures in passenger transport in the Ruhr Metropolitan Region contribute to reaching the targets of energy transition and climate protection until 2050? This question was analyzed by systematic forecasting scenarios in the "Modell Ruhr Region". The simulated calculations identify the potentials of integrated urban and transport planning measures for shifting motorized private passenger transport to the environmentally friendly modes of transport. The results demonstrate that a combined push and pull strategy has the potential to significantly shift traffic and reduce greenhouse gas emissions. Restrictive measures against car use are particularly effective. The results illustrate an inconvenient truth: We could do it – if we wanted to.

1 Aufgabe: Klimaschutz und Verkehr

Der Verkehrssektor verursacht in Deutschland ca. 28 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs (AGEB 2014, Stand 2013) und ca. 20 Prozent der energiebedingten Kohlendioxidemissionen (UBA 2016, Stand 2015). Dabei sind die Haupttreiber im Verkehr der Luftverkehr, der Straßengüterverkehr und Wirtschaftsverkehr mit Lkw und der motorisierte Individualverkehr (MIV). Der Verkehr ist darum gefordert, ebenfalls seinen Beitrag zur Energiewende, d. h. dem entschlossenen Ausstieg Deutschlands aus dem nuklearen und fossilen Energiesystem, und zur Erreichung der internationalen Klimaschutzziele zu leisten.

Das globale Klimaschutzabkommen von Paris 2015 hat Deutschland unterzeichnet und ratifiziert. 195 Staaten der Welt hatten sich auf der Klimakonferenz in Paris am 12. Dezember 2015 erstmals in einem völkerrechtlich verbindlichen Abkommen zum Klimaschutz geeinigt: Sie wollen darauf hinarbeiten, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur deutlich unterhalb von 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Level zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, den Temperaturanstieg auf

1,5 °C oberhalb des vorindustriellen Niveaus zu begrenzen (COP21 2015). Das Pariser Klimaschutzabkommen ist am 4.11.2016 in Kraft getreten.

Für Deutschland verfolgt die Bundesregierung dafür ihren Klimaschutzplan 2050 (BMUB 2016). Bis 2050 sollen die deutschen Treibhausgasemissionen um 80 bis 95 Prozent vermindert werden und als Zwischenziel bis 2030 um 55 Prozent – jeweils im Vergleich zum Basisjahr 1990. Für das Zieljahr 2030 hat sich die Bundesregierung erstmals auf differenzierte Sektorziele verständigt: Im Verkehrssektor sollen die Treibhausgasemissionen Deutschlands bis 2030 um 40 bis 42 Prozent gegenüber 1990 verringert werden (Bild 1).

Nordrhein-Westfalen will die Treibhausgasemissionen des Landes gegenüber 1990 reduzieren: bis 2020 um 25 Prozent und bis 2050 um mindestens 80 Prozent (Klimaschutzgesetz NRW 2013, § 3 Abs. 1).

Das Ruhrgebiet als größter Ballungsraum des Landes steht damit vor der anspruchsvollen Aufgabe, seinen Beitrag zu den Klimaschutzzielen der Bundesregierung und des Landes NRW zu leisten und die Energiewende regional und lokal umzusetzen – auch im Verkehrsbereich.

■ Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Oscar Reutter
oscar.reutter@wupperinst.org

Dipl.-Geogr. Miriam Müller, M. A.
miriam.mueller@wupperinst.org

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt,
Energie gGmbH
Döppersberg 19
D-42103 Wuppertal

Dr.-Ing. Björn Schwarze
bs@spiekermann-wegener.de

Dr.-Ing. Klaus Spiekermann
ks@spiekermann-wegener.de

Prof. Dr.-Ing. Michael Wegener
mw@spiekermann-wegener.de

Spiekermann & Wegener
Stadt- und Regionalforschung (S&W)
Lindemannstraße 10
D-44137 Dortmund

Prof. Dr.-Ing. Felix Huber
huber@uni-wuppertal.de

Dipl.-Ing. Kristine Brosch
brosch2@uni-wuppertal.de

Bergische Universität Wuppertal –
Umweltverträgliche Infrastrukturplanung
Stadtbaugesamtheit (LUI)
Pauluskirchstraße 7
D-42285 Wuppertal

Bild 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland insgesamt und im Verkehrsbereich sowie Minderungsziele der Bundesregierung (1990–2050) (Bild: Oscar Reutter)

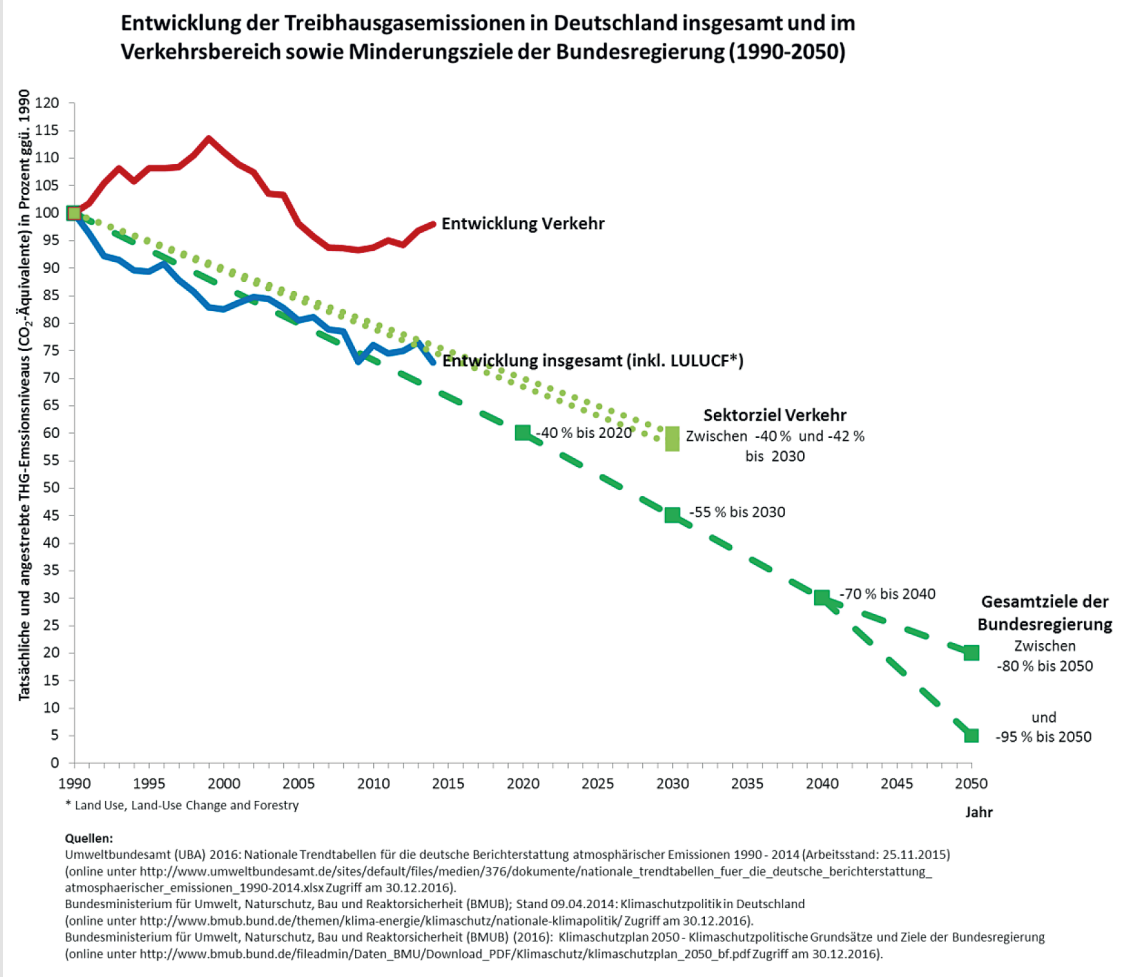
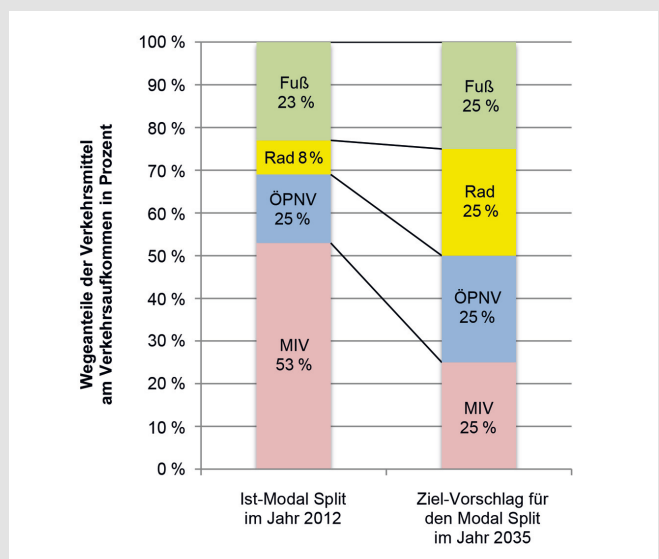


Bild 2: Wegeanteile der Verkehrsmittel am Verkehrsaufkommen im Ruhrgebiet – Ausgangssituation 2012 und Zielwerte 2035 (Bild: Miriam Müller)



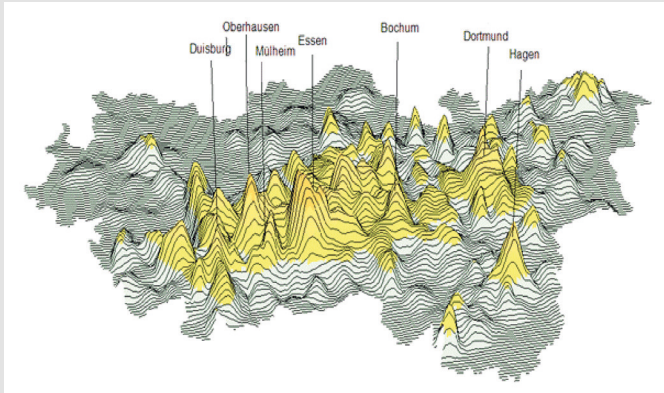
2 Ausgangslage: Siedlungsstruktur und Verkehr im Ruhrgebiet

Das Ruhrgebiet ist mit mehr als fünf Millionen Einwohnern in 53 Kommunen (Metropole Ruhr 2017, Stand 2014) einer der größten Agglomerationsräume in Europa.

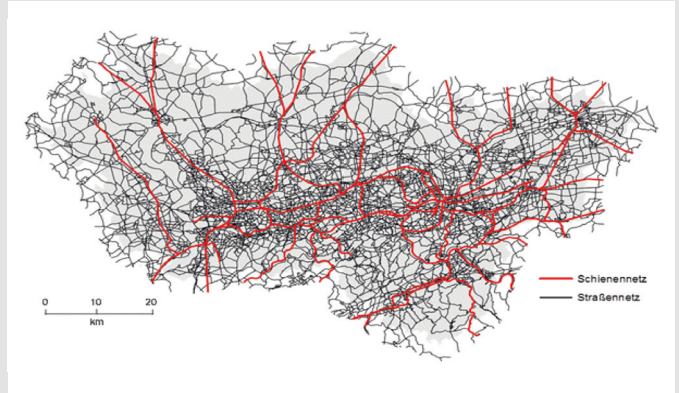
Die Region um die Ruhr hat mit der Industrialisierung eine Sonderentwicklung genommen (vgl. Günter 2001, S. 19). Der Energieträger Kohle, seine Veredelung und Nutzung in energieintensiven Industrieproduktionen haben diese Region geprägt. Die Orte an den Kohlezechen und um die Fabriken wuchsen binnen kürzester Zeit zu

Großstädten heran. Es entstand ein kleinteiliges, polyzentrales Raum- und Siedlungsgebilde in Gemengelage mit (kapital-)konzentrierten Standorten der Industrie- und Energieproduktion in Großtechnologie (3.200 Zechen).

Wie keine andere Region steht das Ruhrgebiet für die Verwirklichung des Leitbildes der „autogerechten Stadt“. Hier werden aufgrund des starken Ausbaus des Autobahnnetzes in den 1960er-Jahren und der jahrzehntelangen Vernachlässigung des Schienennetzes heute viele Wege mit dem Auto zurückgelegt. Der Wegeanteil des motorisierten Individualverkehrs (MIV) ist mit 53 Prozent (Sagolla 2012) mehr als doppelt so hoch im Vergleich zu einem in einigen Studien (Wuppertal Institut 2013, Regionalverband Ruhr 2014, Wuppertal Institut 2015) aus Nachhaltigkeitsperspektive vorgeschlagenen Ziel-Modal-Split mit einem Pkw-Anteil von 25 Prozent und jeweils 25 weiteren Prozents für den Fuß- und Radverkehr sowie den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) (Bild 2).



Karte 1: Das polyzentrische Ruhrgebiet: Einwohnerdichte (Bild: S&W: Björn Schwarze, Klaus Spiekermann, Michael Wegener; Quelle: 15, S. 6)



Karte 2: Das polyzentrische Ruhrgebiet: Verkehrsnetz (Bild: S&W: Björn Schwarze, Klaus Spiekermann, Michael Wegener; Quelle: 15, S. 6)

Andererseits hat die polyzentrische Stadtregion Ruhrgebiet (Karte 1) mit seinem engmaschigen Verkehrsnetz (Karte 2) das Potenzial für eine innere Reorganisation, die zu kürzeren Wegen zwischen den Daseinsgrundfunktionen führt.

Siedlungsstruktur und Verkehrsnetz des Ruhrgebiets bieten damit prinzipiell gute Voraussetzungen für eine klimafreundliche Mobilität im Umweltverbund. Bislang fehlt allerdings ein integriertes und den Anforderungen der Energiewende und des Klimawandels entsprechendes Stadtentwicklungs- und Verkehrskonzept.

3 Untersuchungsziel: Szenarioanalysen zum Modal Shift

Vor diesem Hintergrund wurde in den Jahren 2013 bis 2016 das Forschungsprojekt „Städte und Klimawandel: Ruhrgebiet 2050

– Integriertes Modell Ruhrgebiet und Regionaler Modal Shift“ (Schwarze et al. 2017) in dem von der Stiftung Mercator geförderten „Rahmenprogramm zur Umsetzung der Energiewende in den Kommunen des Ruhrgebiets“ (ausführlich: www.energiwende-ruhr.de) durchgeführt. Darin wurde die Frage untersucht: Wie können die Klimaschutzziele im Ruhrgebiet erreicht werden? Dazu wurden mit szenarienbasierten ex-ante-Wirkungsanalysen die Klimaschutzpo-

Werbeanzeige in gedruckter Ausgabe verfügbar

Foto 1: Dortmund – Die Stadtzufahrt-West der A 40 – vormals B 1 (Urheber: Dmitrij Rodionov, DR (2012) – Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19820101>)



Foto 2: Duisburg: Tiger and Turtle am Magic Mountain auf der Heinrich-Hildebrand-Höhe im Angerpark – Das Ruhrgebiet im Großen und im Kleinen (Urheberin: Kristine Brosch 2014)



Foto 3: Bottrop: Ein Blick vom Tetraeder – Das Ruhrgebiet zwischen Grau und Grün (Urheberin: Kristine Brosch 2014)



Foto 4: Oberhausen-Eisenheim: Eine klassische Ruhrgebietsiedlung (Urheber: Rainer Halama – Eigenes Werk (2010), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=9800269>)



tenziale flächenhafter und ambitionierter Maßnahmen einer integrierten Stadt- und Verkehrsplanung im Ruhrgebiet abgeschätzt.

Ziel des Teilprojektes „Regionaler Modal Shift“ war es, die Verlagerungspotenziale (Modal Shift) von Wegeanteilen mit dem motorisierten Individualverkehr (MIV) hin zum Umweltverbund (Fuß, Rad, ÖPNV, Car-sharing) im regionalen Personenverkehr des Ruhrgebiets und die damit erschließbaren CO₂-Einsparpotenziale zu analysieren. Hierzu wurden vom Wuppertal Institut in enger Zusammenarbeit mit Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung (S&W) und mit LUIS Umweltverträgliche Infrastrukturplanung, Stadtbauwesen der Bergischen Universität Wuppertal Maßnahmen für Push- und Pullstrategien zur Verkehrsverlagerung im Personenverkehr erarbeitet. Durch Abbildung der Maßnahmen im „Modell Ruhrgebiet“ von S&W wurden die Verkehrsverlagerungspotenziale dieser Maßnahmen und ihre erzielbaren Einspareffekte in Bezug auf Energieverbrauch und Kohlendioxidemissionen für den Zeitraum 1990 bis 2050 abgeschätzt.

4 Methode: Simulationsmodell Ruhrgebiet

Die Methode bestand in der Entwicklung und Anwendung eines integrierten Modellsystems, dem „Modell Ruhrgebiet“, mit dem die Auswirkungen von Handlungsansätzen zur Reduzierung des Energieverbrauchs und von Treibhausgasemissionen in Stadtregionen bis zum Jahr 2050 abgeschätzt und bewertet werden können.

Das „Modell Ruhrgebiet“ ist ein Simulationsmodell intraregionaler Standortwahl- und Mobilitätsentscheidungen in einer Stadtregion (für eine detaillierte Beschreibung siehe Wegener 2011). Der Prozess der Siedlungsentwicklung wird als ein Teilprozess der gesellschaftlichen Entwicklung verstanden, in dem öffentliche und private Akteure in Verfolgung ihrer jeweils unterschiedlichen Ziele zusammenwirken. Mit Annahmen über das Verhalten der privaten Akteure auf Grundlage handlungstheoretischer und sozialpsychologischer Theorieansätze werden die für die räumliche Stadtentwicklung relevanten Standortwahl- und Mobilitätsentscheidungen im Modell abgebildet. Die modellierten Wirkungszusammenhänge folgen dem Regelkreis „Siedlungsentwicklung und Verkehr“ (land-use

transport feedback cycle) (Wegener 1999, Bild 3).

Für die Abbildung von täglichen Mobilitätsentscheidungen wird auf Basis der Raum-Zeit-Geografie angenommen, dass Menschen ihr Leben in ihrem jeweiligen Aktionsraum räumlich organisieren (Hägerstrand 1970). Der Aktionsraum eines Individuums ist die Menge der ihm infolge seines Alters, seines Einkommens, seines Wohnorts und anderer Bestimmungsgrößen zur Verfügung stehenden räumlichen Gelegenheiten. Der Aktionsraum wird durch verschiedene Arten von Restriktionen eingeschränkt: Bei den täglichen Mobilitätsentscheidungen sind Geld- und Zeitbudgets die wichtigsten Restriktionen.

Das Modell erhält seine räumliche Dimension durch die Einteilung der Untersuchungsregion in Zonen, die untereinander durch Verkehrsnetze verbunden sind. Die Verkehrsnetze enthalten die wichtigsten Verbindungen des öffentlichen Nahverkehrs und des Straßennetzes in Form eines integrierten multimodalen Netzes einschließlich von Fußwege- und Radfahrverbindungen und aller Netzänderungen der Vergangenheit und Zukunft. Das Modell erhält seine zeitliche Dimension dadurch, dass die Zeit in Perioden von einem oder mehreren Jahren eingeteilt wird.

Das ursprünglich am Institut für Raumplanung der Universität Dortmund entwickelte Modell (IRPUD-Modell) wurde bisher in mehreren Projekten für die Stadtregion Dortmund angewendet (Lautso u. a. 2004; Spiekermann und Wegener 2005; Beckmann u. a. 2007; Fiorello u. a. 2007). In dem diesem Fachbeitrag zugrunde liegenden Projekt zur Energiewende Ruhr wurde es räumlich, zeitlich und inhaltlich zum „Modell Ruhrgebiet“ erweitert. Dies umfasst die Ausdehnung des Untersuchungsgebiets auf das gesamte Gebiet des Regionalverbands Ruhr, eingeteilt in 687 Zonen (Karte 3) sowie zusätzlich 134 externen Zonen (Karte 4), die Erweiterung des Betrachtungszeitraums auf den Zeitraum 1990 bis 2050, und die Entwicklung neuer Teilmodelle zur Gebäudeenergie im Flächennutzungsteil und zum Radverkehr und zur Elektromobilität im Verkehrsteil des Modells.

Das Modell Ruhrgebiet prognostiziert für jede Simulationsperiode zwischen 1990 und 2050:

- intraregionale Standortentscheidungen von Unternehmen, Wohnungsbauinvestoren und Haushalten,

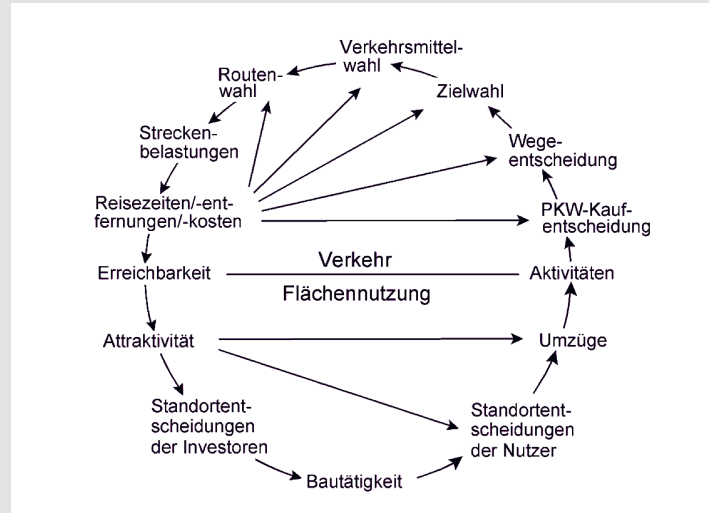


Bild 3: Regelkreis Siedlungsentwicklung und Verkehr (Quelle: Michael Wegener 1999)



Foto 5: Dortmund: Autoorientierte Verkehrswelt im Ruhrgebiet (1) (Urheber: Kampagne „Kopf an. Motor aus.“ 2009)



Foto 6: Dortmund: Autoorientierte Verkehrswelt im Ruhrgebiet (2) (Urheber: Kampagne „Kopf an. Motor aus.“ 2009)

- die aus ihnen resultierenden Wanderungen und Verkehrsströme,
- die Entwicklung der Bautätigkeit und Flächennutzung und die
- Wirkung öffentlicher Planungseingriffe in den Bereichen Wirtschaftsförderung, Wohnen, Infrastruktur und Verkehr.

Bild 4 ist eine schematische Darstellung der wichtigsten im Modell abgebildeten Teilsys-

teme und der Wechselwirkungen zwischen ihnen und den wichtigsten Planungsmaßnahmen, deren Wirkungen mit dem Modell untersucht werden können.

Die vier Quadrate in den Ecken des Diagramms zeigen die hauptsächlichen Bestandsgrößen des Modells: Bevölkerung, Arbeitsplätze, Wohnungen und Nichtwohngebäude (Industrie- und Gewerbegebäude und öffentliche Einrichtungen). Die roten



Karte 3: Die 687 internen Zonen des Modells Ruhrgebiet (Bild: S&W: Björn Schwarze, Klaus Spiekermann, Michael Wegener; Quelle: 15, S. 17)



Karte 4: Die 134 externen Zonen (Gemeinden) des Modells Ruhrgebiet (Bild: S&W: Björn Schwarze, Klaus Spiekermann, Michael Wegener; Quelle: 15, S.17)

Ellipsen zeigen die wichtigsten Quellen von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen.

Die Akteure, die diesen Bestandsgrößen entsprechen, sind Individuen, Haushalte, Beschäftigte, Unternehmen und Bauinvestoren. Diese Akteure interagieren auf fünf Teilmärkten der Stadtentwicklung:

- dem Arbeitsmarkt (Einstellungen und Entlassungen),
- dem Markt für Nichtwohngebäude (Betriebsansiedlungen, Betriebsverlagerungen und Betriebsschließungen),

- dem Wohnungsmarkt (Zuwanderung, Abwanderung, Einzüge und Umzüge),
- dem Bau- und Bodenmarkt (Neubau, Modernisierung und Abriss) und
- dem Verkehrsmarkt (Ortsveränderungen und ihre Folgen, d. h. Erreichbarkeit, Staus, Unfälle, Lärm, Energieverbrauch und Kohlendioxidemissionen).

Das Modell Ruhrgebiet hat eine modulare Struktur und besteht aus sechs eng miteinander verknüpften Teilmodellen, die in zyklischer Abfolge auf eine gemeinsame raumzeitliche Datenbasis einwirken. Dies sind die

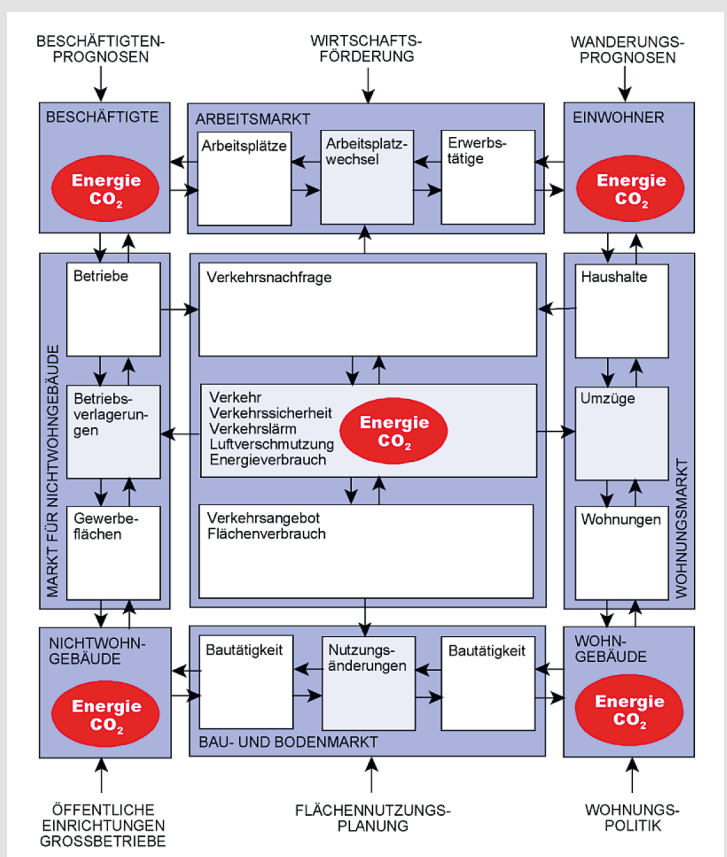
Teilmodelle Verkehr, Altern, Öffentliche Maßnahmen, Private Bautätigkeit, Arbeitsplatzwechsel und Wohnungsmarkt.

Mit dem Modell wurden verschiedene Szenarien der Entwicklung des Ruhrgebiets bis zum Jahr 2050 bei unterschiedlichen Annahmen über die Entwicklung der äußeren Rahmenbedingungen und möglicher Planungsmaßnahmen in einem Forecasting-Szenario-Ansatz (Leitfrage: Was wäre wenn?) analysiert. Szenarien sind keine Prognosen, sondern Darstellungen möglicher Zukünfte unter der Annahme unterschiedlicher Rahmenbedingungen und politischer Maßnahmen. Szenarien dienen der systematischen Erkundung künftiger Entwicklungsmöglichkeiten, um in deren Kenntnis in der Praxis politisch-planerische Entscheidungen über die zu ergreifenden Maßnahmen treffen zu können. Szenarien müssen nicht realistisch im Sinne praktischer Durchführbarkeit sein. Auch visionäre Szenarien können zur Anregung der Diskussion nützlich sein.

In allen Anwendungen ist der erste Simulationslauf das sogenannte Basis- oder Referenzszenario. Das Basisszenario dient als Vergleichsbasis für alle simulierten Szenarien. Es ist definiert als die wahrscheinlichste Entwicklung der Region, die eintreten würde, wenn alle heutigen Trends während des gesamten Prognosezeitraums gleich bleiben würden (Business-as-usual-Szenario). Das bedeutet nicht, dass im Basisszenario keine Planungsmaßnahmen durchgeführt werden; vielmehr umfasst es alle Maßnahmen, die sich bereits in der Ausführung befinden oder bereits beschlossen sind.

Maßnahmenszenarien sind Simulationsläufe, in denen die Auswirkungen von Politik- oder Planungsmaßnahmen untersucht werden.

Bild 4: Das integrierte Modell Ruhrgebiet (Bild: S&W: Björn Schwarze, Klaus Spiekermann, Michael Wegener; Quelle: 15, S. 13)



5 Annahmen: Maßnahmenszenarien

In dem Forschungsprojekt wurden Maßnahmen in den Handlungsfeldern Siedlungsentwicklung und Verkehrsplanung entwickelt und im Szenariomodell simuliert.

Bei den Maßnahmen zur Siedlungsentwicklung wurden drei verschiedene Möglichkeiten szenarioanalytisch untersucht, mit denen das Verkehrsaufkommen, der Verkehrsaufwand und der damit verbundene Energieverbrauch und die Kohlendioxidemissionen im Ruhrgebiet beeinflusst werden können:

- 1) Rückkehr zu verdichteten, durchmischten Siedlungsformen durch Beschränkung einer weiteren Zersiedlung des Umlands,
- 2) Anreize für eine Annäherung von Wohn- und Arbeitsplatzstandorten,
- 3) Anreize für energetische Modernisierungen.

Bei den Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung wurden sowohl Pull- als auch Push-Maßnahmen entwickelt und modelliert:

- 1) Pull-Maßnahmen zielen darauf ab, die umweltfreundliche Mobilität mit dem Umweltverbund und Carsharing attraktiver zu machen, z. B. durch Verbesserung des Angebots, günstigere Fahrpreise im ÖPNV oder den Ausbau des Rad- und Fußwegenetzes.
- 2) Push-Maßnahmen wirken restriktiv gegen den Autoverkehr, z. B. durch höhere Kosten, geringere Geschwindigkeiten oder Parkraumbeschränkungen.

Bei den entwickelten Modal-Shift-Maßnahmen handelt es sich bewusst um grundsätzlich bekannte Strategien der Verkehrsplanung, wie z. B. Tempolimits, Taktverdichtung im ÖPNV und eine umfassende Förderung des Fuß- und Radverkehrs. Aber auch innovative Maßnahmen sind Teil des Maßnahmenportfolios, wie z. B. die Einführung einer regionalen Maut Ruhrgebiet und eines regionalen Bürgertickets für das Ruhrgebiet. Darüber hinaus wurden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz entwickelt und modelliert.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die entwickelten Maßnahmen und die zugrunde liegenden Annahmen. Grundlegend für die im Projekt entwickelten und modellierten Maßnahmen ist, dass diese im Handlungsbereich regionaler Akteure liegen und ambitioniert und flächenhaft im gesamten Ruhrgebiet umgesetzt werden.

Handlungsfelder	Maßnahmen und Annahmen der Maßnahmen
0 Basis-szenario	Alle gegenwärtigen Maßnahmen werden fortgeführt.
1 Flächen-nutzung	11 Verdichtung an Siedlungsschwerpunkten 12 Verdichtung an Haltepunkten des SPNV: neue Bebauung nur in Zonen in fußläufiger Entfernung zu einem Bahnhof oder einer Stadtbahn-Haltestelle 13 Verdichtung an Bahnhöfen: neue Bebauung nur in Zonen mit Bahnhof 14 Verdichtung in Oberzentren: neue Bebauung nur in den Innenstädten mit einem 10-km-Umkreis von Bochum, Dortmund, Duisburg, Essen und Hagen
2 Wohn-nungsbau	23 Wohnungsbau an Bahnhöfen: Bau von jährlich 13.000 Wohnungen des sozialen Wohnungsbaus in Zonen mit S-Bahnstationen
3 Energie-effizienz	31 Förderung der energetischen Sanierung von Gebäuden: Erhöhung der Subventionen für energetische Gebäudesanierungen ab 2020 von 10 auf 50 Prozent der Baukosten 32 Förderung der Elektromobilität: Erhöhung der Subventionen für den Kauf von Elektro-Pkw (nur „battery electric vehicle“, BEV) ab 2020 auf 33 Prozent des Kaufpreises. Öffentliche Finanzierung des Baus von Schnellladestationen in innerstädtischen Zonen ab 2020 33 Flächenhaftes Carsharing: Erhöhung des Carsharing-Pkw-Angebotes auf 2 Fahrzeuge je 1.000 Einwohner im Jahr 2020, 3 Pkw/1.000 Einwohner im Jahr 2030 und 4 Pkw/1.000 Einwohner im Jahr 2040 34 Reduzierung des Treibstoffverbrauchs: Reduzierung des mittleren Pkw-Treibstoffverbrauchs bis 2050 von 8,0 Liter je 100 km 2020 auf 3,0 Liter je 100 km (anstatt 6,7 Liter je 100 km wie im Basisszenario)
4 Pkw-Verkehr (Push)	41 Regionale Maut Ruhrgebiet: Erhöhung der monatlichen Haltungskosten aller Pkw im Ruhrgebiet um 75 Euro im Jahr 2020 und Steigerung auf 138 Euro im Jahr 2050 42 Umverteilung von Straßenraum auf Hauptverkehrsstraßen: Ab 2020 werden alle sechsspurigen Straßen auf vier Fahrspuren und alle vierspurigen Straßen auf zwei Fahrspuren reduziert. Im Jahr 2030 werden alle verbliebenen vierspurigen Straßen auf zwei Fahrspuren reduziert. 43 Flächenhafte Tempolimits: Ab 2020 werden die Höchstgeschwindigkeiten aller Straßen wie folgt abgesenkt: Autobahnen 80 km/h, Schnellstraßen: 60 km/h, sonstige Straßen: 30 km/h 44 Erhöhung der Parkgebühren: Schrittweise Erhöhung der innerstädtischen Parkgebühren ab 2020, sodass sie im Jahr 2050 viermal so hoch sind
5 ÖPNV (Pull)	51 Ausbau des ÖPNV: Ergänzung des Stadtbahnnetzes um neue Straßenbahnen, orientiert an der Ausdehnung der historischen Straßenbahnnetze in den 1950er- und 1960er-Jahren 52 Taktverdichtung im ÖPNV: Schrittweise Erhöhung der Frequenzen aller Nahverkehrszüge, S-Bahnen, U-Bahnen und Busse ab 2020, sodass sie im Jahr 2050 viermal so hoch sind 53 Einführung eines Bürgertickets: Umlage je Haushalt von 75 Euro im Jahr 2020 und Steigerung auf 138 Euro im Jahr 2050. Dafür ist die Benutzung des ÖPNV ab 2020 fahrtkostenfrei
6 Radver-kehr (Pull)	61 Systembeschleunigung Radverkehr: Alle Streckengeschwindigkeiten im gesamten Radverkehrsnetz werden ab 2020 schrittweise erhöht, sodass sie im Jahr 2050 um 30 Prozent schneller sind als 2020 62 Radschnellwegenetz: Aufbau eines Radschnellwegenetzes Ruhr mit 20 km/h auf insgesamt vier Ost-West-Strecken und acht Nord-Süd-Strecken
7 Fußverkehr (Pull)	71 Systembeschleunigung Fußverkehr: Alle Fußwege werden ab 2020 durch verbesserte Direktverbindungen schrittweise so verkürzt, dass sie im Jahr 2050 im Durchschnitt 20 Prozent kürzer sind als im Jahr 2020
8 Integrierte Strategien	Unterschiedliche Kombinationen der Maßnahmen

Tabelle 1: Analysierte Szenarien: Handlungsfelder, Maßnahmen und Annahmen der Maßnahmen (Quelle: 15, S. 19)

Kombinationsszenarien	Maßnahmen	
Siedlungsentwicklung	13 Verdichtung an Bahnhöfen	
	23 Wohnungsbau an Bahnhöfen	
Energieeffizienz	31 Gebäudeenergie	33 Carsharing
	32 Elektromobilität	34 Treibstoffverbrauch
Pkw-Verkehr (Push)	41 Regionale Maut	43 Tempolimits
	42 Hauptverkehrsstraßen	44 Erhöhung Parkgebühren
ÖPNV/Rad/Fuß (Pull)	51 Ausbau ÖPNV	61 Systembeschleunigung Rad
	52 Taktverdichtung ÖPNV	62 Radschnellwegenetz
	53 Bürgerticket	71 Systembeschleunigung Fußwege
Alle Maßnahmen	Alle Maßnahmen	
Auswahl Maßnahmen	Alle Maßnahmen außer 23 und 52	

Tabelle 2: Maßnahmenkombinationen der sechs integrierten Strategien (Quelle: 15, S. 26)

Bild 5: Wirkungen der Energieeffizienz-Maßnahmen im Ruhrgebiet im Jahr 2050 (Quelle: 15, S. 37)

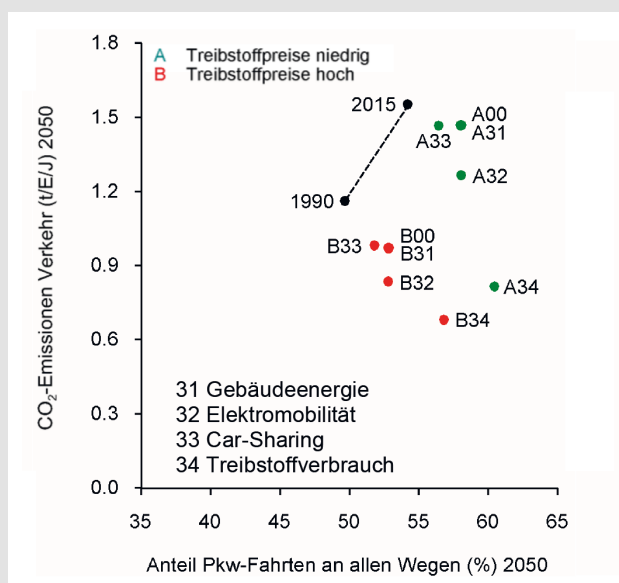
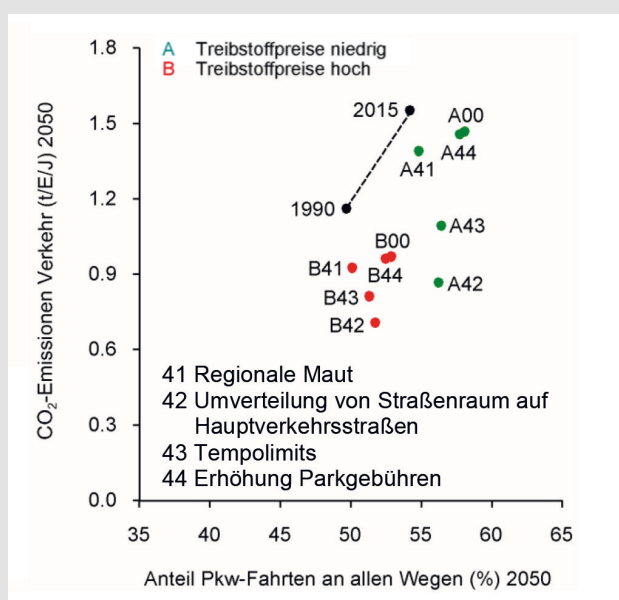


Bild 6: Wirkungen der Pkw-Maßnahmen (Push) im Ruhrgebiet im Jahr 2050 (Quelle: 15, S. 40)



Alle Maßnahmen wurden mit zwei verschiedenen Annahmen über die Entwicklung der Treibstoffpreisteigerungen modelliert (A-Szenarien: + 1 Prozent pro Jahr; B-Szenarien: + 4 Prozent pro Jahr).

Die getroffenen Annahmen der Maßnahmen basieren auf bestehenden Daten und Studienergebnissen (ausführlich: Schwarze et al. 2017). So orientiert sich beispielsweise die Annahme zum Carsharing-Angebot im Jahr 2020 von 2 Pkw je 1.000 Einwohnern an der „Carsharing-Hauptstadt“ Karlsruhe, wo es 2015 bereits 2,15 Pkw je 1.000 Einwohnern gibt (BCS 2015). Und die Annahmen zum Bürgerticket basieren auf der Modellrechnung einer aktuellen Dissertation, bei der ein Bürgerticket in Wuppertal, je nach konkreter Ausgestaltung, monatlich zwischen 42 und 82 Euro je Haushalt kosten würde (Waluga 2017, 197).

Zusätzlich zu den Einzelmaßnahmen wurden integrierte Strategien entwickelt, bei denen verschiedene Kombinationen mehrerer Maßnahmen modelliert wurden (Tabelle 2).

6 Ergebnisse: Szenarioanalysen

Die Bilder 5 bis 10 verdeutlichen die quantitativen Simulationsergebnisse für die unterschiedlichen Szenarien. Die Bilder 5 bis 9 veranschaulichen den Zusammenhang zwischen Modal Shift (dargestellt ist der jeweilige prozentuale Anteil der Pkw-Fahrten an allen Wegen) und die daraus resultierenden Kohlendioxidemissionen des Verkehrs (dargestellt sind die emittierten Tonnen CO₂ pro Einwohner pro Jahr) für die unterschiedlichen Maßnahmenkombinationen im Jahr 2050. Dargestellt sind sowohl die Simulationsergebnisse für die Szenarien unter der Annahme von niedrigen Treibstoffpreisteigerungen von + 1 Prozent pro Jahr (A-Szenarien) als auch die höheren Treibstoffpreisteigerungen von + 4 Prozent pro Jahr (B-Szenarien). Um die Veränderungen im Jahr 2050 zu zeigen, sind als Bezugspunkte sowohl die Ausgangswerte für 1990 als auch für 2015 dargestellt. Der Wegeanteil der Pkw-Fahrten und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen des Verkehrs von 1990 bis heute (Bezugsjahr 2015) haben stark zugenommen. Als Business-as-usual-Szenarien bis zum Jahr 2050 sind in den Bildern gleichermaßen die beiden Szenarien A00 und B00 ausgewiesen. Diese Darstellung erlaubt Differenzanalysen zwischen der Ausgangssituation

(1990 bzw. 2015), der Business-as-usual-Entwicklung 2050 und den einzelnen Maßnahmenzenarien jeweils für niedrige und für hohe Treibstoffpreise.

Die grundsätzliche Unterscheidung der Szenariowelten zwischen niedrigen Treibstoffpreisen (A-Szenarien) und hohen Treibstoffpreisen (B-Szenarien) verdeutlicht auch das erhebliche Potenzial einer klimaschutzorientierten Kraftstoffverteuerungspolitik (Ökosteuern) der rahmensetzenden Bundespolitik für eine Verringerung der Kohlendioxidemissionen des Personenverkehrs. Lokale und regionale Strategien zur Verkehrsverlagerung von Verkehrsmittelanteilen vom motorisierten Individualverkehr zum Umweltverbund können damit wirksam verstärkt werden, wie die Differenzanalysen in den Bildern 5 bis 9 verdeutlichen.

6.1 Einzelmaßnahmen

Die Wirkungen der Einzelmaßnahmen in den Handlungsfeldern Energieeffizienz, Pkw-Verkehr (Push), ÖPNV (Pull) und Rad- und Fußverkehr (Pull) werden in den Bildern 5 bis 8 dargestellt.

Unter den Energieeffizienz-Maßnahmen (Bild 5) zeigt sich, dass die Maßnahme „Reduzierung des Treibstoffverbrauchs“ (A34/B34) die CO₂-Emissionen des Verkehrs deutlich reduziert – um fast 50 Prozent gegenüber dem A00-Basiszenario bzw. um rund 30 Prozent gegenüber dem B00-Basiszenario. Eine Verringerung des Pkw-technischen Treibstoffverbrauchs könnte durch klimapolitisch begründete Entscheidungen der Europäischen Union und der Bundesebene angereizt werden. Vorstellbar wären dafür beispielsweise erheblich verschärfte Emissionsgrenzwerte bei der Pkw-Zulassung (Flottenverbrauchslimits) oder/und eine erhöhte CO₂-basierte Besteuerung der Treibstoffe (Ökosteuern). Allerdings bewirkt die Reduzierung des Treibstoffverbrauchs als Reboundeffekt gleichzeitig auch eine Zunahme des Pkw-Wegeanteils, da Autofahren durch den geringeren Treibstoffverbrauch deutlich günstiger wird. Demgegenüber wird der Pkw-Anteil an allen Wegen durch die Maßnahme „Carsharing“ (A33/B33) um ca. 2 Prozentpunkte verringert, bei etwa gleich bleibenden CO₂-Emissionen. Durch die Förderung der Elektromobilität (A32/B32) gehen zwar die CO₂-Emissionen zurück, der Pkw-Wegeanteil sinkt aber nicht.

Unter den restriktiv gegen den Autoverkehr wirkenden Maßnahmen (Bild 6) erzielen Maßnahmen, die das Autofahren langsamer

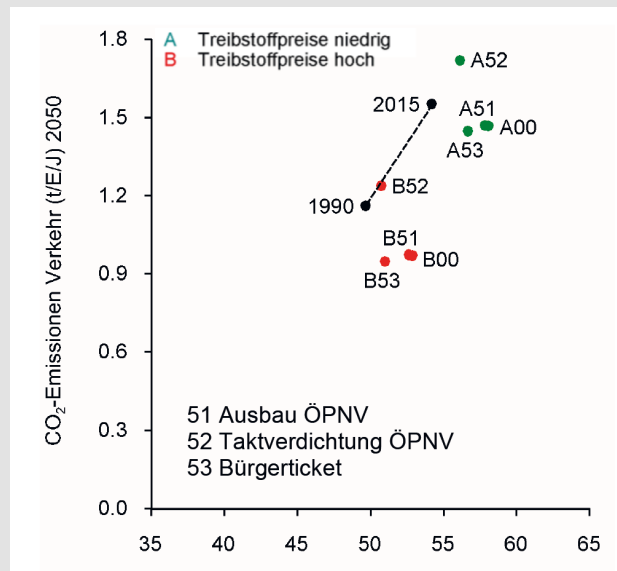


Bild 7: Wirkungen der ÖPNV-Maßnahmen (Pull) Im Ruhrgebiet im Jahr 2050 (Quelle: 15, S. 42)

machen (A43/B43), die größte Wirkung zur Reduzierung der CO₂-Emissionen. Für die Verlagerung von Pkw-Verkehr auf den Umweltverbund erreicht hingegen die Einführung einer regionalen Maut Ruhrgebiet (A41/B41) die größte Wirkung.

Unter den Pull-Maßnahmen zur Attraktivierung des ÖPNV (Bild 7) reduziert die Taktverdichtung im ÖPNV (A52/B52) zwar den Pkw-Wegeanteil am stärksten, gleichzeitig erhöhen sich aber durch die Maßnahmen die CO₂-Emissionen. Das liegt daran, dass durch

Werbeanzeige in gedruckter Ausgabe verfügbar

Bild 8: Wirkungen der Rad- und Fußverkehrs-Maßnahmen (Pull) im Ruhrgebiet im Jahr 2050 Rad- und Fußverkehr im Jahr 2050 (Quelle: 15, S. 44)

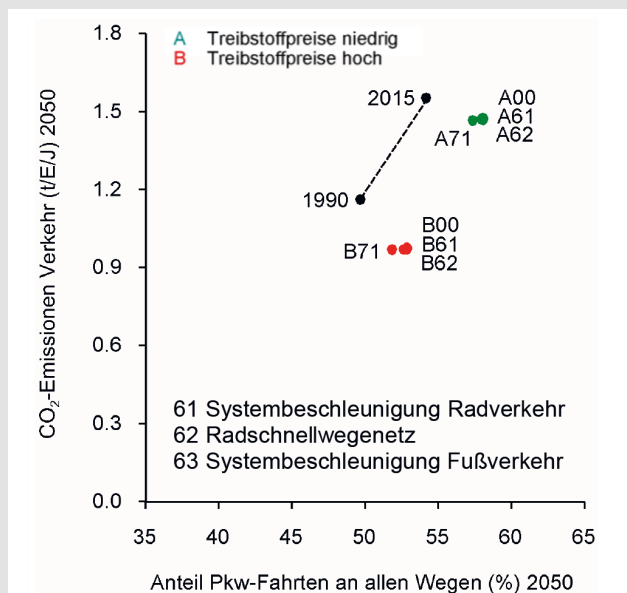
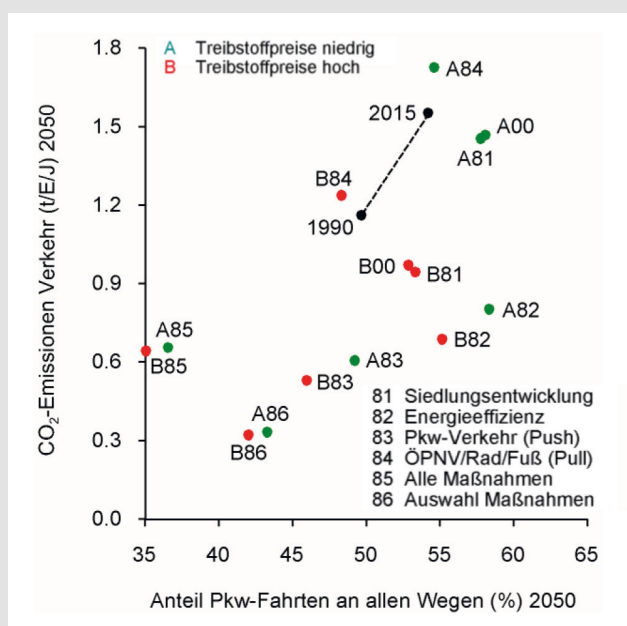


Bild 9: Wirkungen der integrierten Strategien im Ruhrgebiet im Jahr 2050 (Quelle: 15, S. 46)



das ausgebaute ÖPNV-Angebot mehr Energie verbraucht wird, als durch einen Modal Shift vom Pkw zum vergleichsweise effizienteren ÖPNV eingespart werden kann. Die Einführung eines Bürgertickets (A53/B53) zeigt eine leichte Wirkung zur Reduzierung des Pkw-Anteils und der CO₂-Emissionen.

Unter den Pull-Maßnahmen zur Förderung des Fuß- und Radverkehrs durch Systembeschleunigung (Bild 8) trägt keine der drei Maßnahmen mit einer relevanten Größenordnung zu einem Modal Shift oder zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen bei. Die Maßnahmen sind zwar durchaus erfolgreich, weil sie zusätzliche Radfahrer und Fußgänger anziehen, jedoch werden nur wenige Autofahrer dazu bewegt, vom Auto zum Rad oder zum Zufußgehen zu wechseln.

Die Maßnahmen zur Flächennutzung (Szenarien A11/B11-A14/B14) und zum öffentlichen Wohnungsbau (A23/B23) haben auf den Pkw-Anteil und die CO₂-Emissionen im Verkehr bis zum Jahr 2050 kaum Wirkung gegenüber den Basisszenarien (A00/B00).

6.2 Kombinationsszenarien

Bei den integrierten Strategien (Bild 9) wird die größte Wirkung zur Verkehrsverlagerung vom Pkw auf den Umweltverbund erreicht, wenn alle Maßnahmen gemeinsam umgesetzt werden (Szenario 85): Der Pkw-Anteil kann so um ca. 23 Prozentpunkte gegenüber A00 und um ca. 19 Prozentpunkte gegenüber B00 reduziert werden. Die CO₂-Emissionen werden um ca. 55

Prozent gegenüber A00 bzw. um bis zu 40 Prozent gegenüber B00 reduziert.

Das Handlungsfeld mit der größten Wirkung zur Verringerung des Pkw-Anteils und der CO₂-Emissionen sind die Push-Maßnahmen gegen den Pkw-Verkehr (Szenario 83). Die Energieeffizienz-Maßnahmen (Szenario 82) bewirken zwar ebenfalls eine deutliche CO₂-Reduktion, aber als Reboundeffekt zugleich auch eine leichte Zunahme des Pkw-Anteils, aufgrund der dadurch geringeren Treibstoffkosten für die Pkw-Fahrer. Pull-Maßnahmen zur Förderung des Umweltverbundes aus ÖPNV, Rad- und Fußverkehr verringern den Pkw-Anteil, erhöhen aber aufgrund der Angebotserweiterungen im ÖPNV die CO₂-Emissionen.

In Szenario 86 wurden als theoretische Maximalanalyse nur diejenigen Maßnahmen modelliert, die die CO₂-Emissionen reduzieren und nicht erhöhen (also ohne Maßnahmen 23 und 52). Dadurch würden sich die höchsten CO₂-Reduktionen ergeben: bis zu minus 77 Prozent gegenüber A00 bzw. minus 65 Prozent gegenüber B00.

Das abschließende Bild 10 liefert eine zusammenfassende Darstellung der verschiedenen Einzelergebnisse im Zeitverlauf von früher (1990) bis heute (2015) in die längerfristige Zukunft (2050) bei niedrigen Treibstoffpreisen. Insgesamt zeigen die Modellierungsergebnisse den erheblichen Beitrag, den ambitioniert und flächenhaft im Ruhrgebiet umgesetzte Maßnahmen der Siedlungsentwicklung und Verkehrsplanung leisten können, um die Ziele der Energiewende und des Klimaschutzes im Verkehrssektor zu erreichen (Bild 10). Allerdings wird auch deutlich, dass mit den modellierten Maßnahmen Szenarien bei den CO₂-Emissionen im Jahr 2050 weiterhin ein deutlicher Abstand zum Reduktionsziel von - 80 bis - 95 Prozent bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Basisjahr 2050 verbleibt. Ein solcher Abstand besteht auch zu einem Ziel-Modal-Split mit einem Pkw-Anteil von 25 Prozent und jeweils 25 weiteren Prozenten für den Fuß- und Radverkehr sowie den ÖPNV (WI 2013; WI 2015; RVR 2014).

Demnach sind noch weitere ambitionierte und flächenhaft im Ruhrgebiet umzusetzende Maßnahmen erforderlich, um das noch verbleibende Delta zur Energiewende und zum Klimaschutz zu schließen. Hierzu könnte die europäische und bundespolitische Klima- und Verkehrspolitik einen wichtigen Beitrag leisten: vor allem deut-

lich verschärfte technische Zulassungsvorschriften für neue Pkw (Flottenverbrauchslimits) und gleichzeitig fiskalisch gezielt verteuerte Treibstoffpreise (Ökosteuern) könnten hier weitergehende Potenziale erschließen. Je ambitionierter die realisierten kommunalen und regionalen Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung sind, desto stärker dürfte vermutlich auch der Handlungsdruck auf die Europäische Union und die Bundespolitik werden, die Anstrengungen der lokalen und regionalen Ebene auch mit entsprechend ambitionierten Maßnahmen dieser übergeordneten politischen Ebenen zu unterstützen.

7 Schlussfolgerungen: Anfangen

Die Ergebnisse der Maßnahmensimulationen verdeutlichen, dass – neben technischen und fiskalischen Maßnahmen zur Reduzierung des klimaschädlichen Treibstoffverbrauchs der Pkw – auch beachtliche Potenziale zur Verkehrsverlagerung und zur Reduktion der Kohlendioxidemissionen bestehen, wenn in der Verkehrsplanung kombinierte Push- und Pull-Maßnahmen ambitioniert und flächendeckend im gesamten Ruhrgebiet umgesetzt werden. Einzelne kommunale oder regionale Maßnahmen, die zweifellos auch dazu beitragen, die lokale Lebensqualität zu steigern, sind weit weniger wirksam zur CO₂-Minderung als integrierte Strategien. Um die CO₂-Minderungspotenziale zu erschließen, bedarf es eines schnellen und konsequenten Vorgehens seitens der Kommunen des Ruhrgebiets, des Regionalverbands Ruhr als Regionalplanungsbehörde und der Landes- und Bundesregierung anstelle zögerlicher und vereinzelter Ansätze. Viele Maßnahmen, mit denen hohe Verlagerungspotenziale erzielt werden können, sind grundsätzlich bekannt: z. B. Tempolimits, die Umverteilung von Straßenraum auf Hauptverkehrsstraßen, die Systembeschleunigung des Rad- und Fußverkehrs oder die Taktverdichtung von Bussen und Bahnen. Sie werden allerdings bisher noch nicht entschieden genug umgesetzt – dies trifft insbesondere auf restriktive Maßnahmen gegen den Autoverkehr zu. Wichtig ist daher die kombinierte Umsetzung sowohl von Pull- als auch von Push-Maßnahmen: Durch restriktive Maßnahmen können größere Verlagerungseffekte erzielt werden. Anreizmaßnahmen bedarf es gleichermaßen, um attraktive Mobilitätsangebote im Umweltverbund (Fuß und

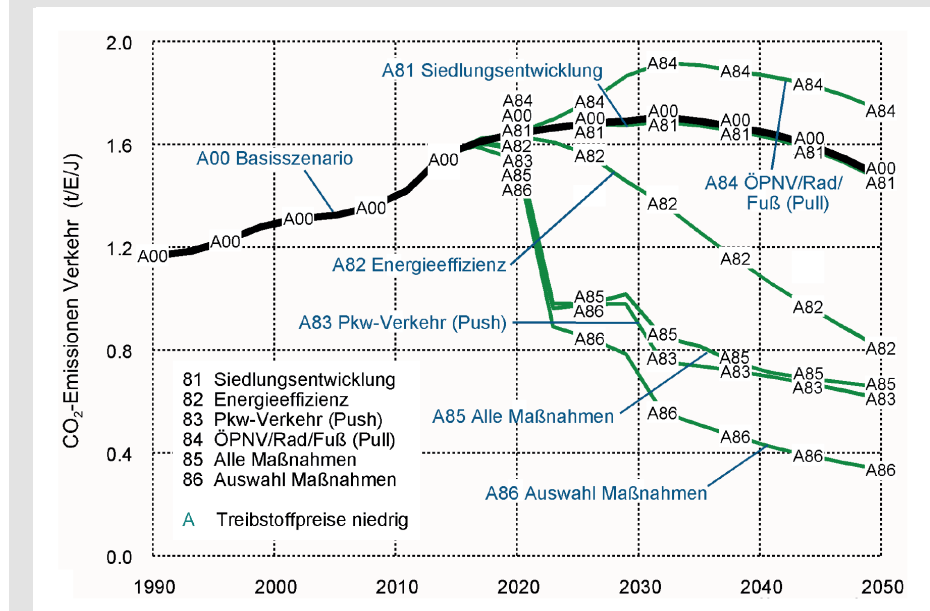


Bild 10: Wirkungen der integrierten Strategien im Ruhrgebiet bis zum Jahr 2050 (A-Szenarien) (Quelle: 15, S. 48)

Rad sowie ÖPNV und Carsharing) zu schaffen und dadurch ein verändertes Mobilitätsverhalten zu ermöglichen. Solche positiven Anreize sind außerdem wichtig, um politische Überzeugungskraft und Akzeptanz bei der Bevölkerung zu gewinnen.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse eine unbequeme Wahrheit: „Es ginge, wenn man wollte.“

Damit sind die politischen Entscheidungsträger und die Akteursgruppen in der Zivilgesellschaft zum Handeln aufgefordert: Unverzüglich, schnell und konsequent – und flächendeckend im gesamten Ruhrgebiet.

Auch wenn bis zum Jahr 2050 noch eine ganze Generation Zeit zu verbleiben scheint, zeigen die Modellergebnisse angesichts der Versäumnisse der Vergangenheit und der Dimension der Aufgabe von Klimaschutz und Energiewende, dass uns keine Zeit mehr für Zögerlichkeiten und Halbherzigkeiten bleibt.

Denn: Die Szenarioanalysen zeigen auch, dass selbst mit den hier angenommenen ambitionierten und politisch nicht leicht umzusetzenden Maßnahmen die Ziele der Energiewende und des Klimaschutzes noch nicht vollständig erreicht werden können.

Womit soll man beginnen? Es ist ja nicht so, als ob noch keine Entwicklungen zur Dekarbonisierung des Verkehrs stattfinden würden. Aber es muss schneller, entschlossener und breitenwirksamer gehandelt werden – ab sofort. Die ersten Schritte sind dafür klar:

1. Die Politik ist aufgerufen, Entscheidungen und gesetzliche Grundlagen umzusetzen,

Förderprioritäten grundlegend zu ändern und bestehende Förderkulissen an die vorliegenden Erkenntnisse anzupassen. Konkret heißt das insbesondere: Aufstellung eines regionalen Verkehrsentwicklungsplanes für das Ruhrgebiet, die Verabschiedung von Städtekontrakten zwischen allen Gemeinden und Kreisen unter Federführung des Regionalverbands Ruhr und die Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Verkehrsunternehmen des Verkehrsverbunds Rhein-Ruhr.

2. Beispielhafte Maßnahme sollten gefördert werden und aktive engagierte Akteursgruppen der Zivilgesellschaft sollten identifiziert, befähigt und unterstützt werden, sodass sie in die Breite der Bevölkerung wirken und die gesellschaftliche Unterstützung für die notwendigen Veränderungen gewinnen können.

3. Der Regionalverband Ruhr als Regionalplanungsbehörde sollte in einen umfassenden regionalen Diskurs mit Akteuren und Entscheidungsträgern über die einzelnen und die integrierten Maßnahmen zur Dekarbonisierung eintreten und eine entsprechende integrierte Rahmenplanung für die Siedlungs- und Verkehrsentwicklung erarbeiten. Gute Beispiele im Ruhrgebiet, auf die die Region mit Recht stolz sein kann, wie auch andernorts, können dafür als konkrete, lebendige und anschauliche Vorbilder wirken und zur Nachahmung anregen. Sie zeigen als Highlights im Heute, was schon morgen Standard sein sollte.

Erfolg versprechende Kombinationen von Push- und Pull-Maßnahmen sollten in einem ruhrgebietsweiten partizipativen Prozess, der die unterschiedlichen Akteure in Politik und Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, Medien und Wissenschaft einschließt, entwickelt und von kommunikativen Maßnahmen zur Akzeptanzgewinnung begleitet werden. Zur Festlegung von Umsetzungsprioritäten und zur Entwicklung erster Maßnahmenkombinationen sollten Kriterien wie Wirksamkeit, Kosten, Akzeptanz und zusätzliche Vorteile wie höhere Umweltqualität, insbesondere weniger Lärm- und Luftschadstoffbelastung, größere Verkehrssicherheit und bessere Aufenthaltsqualitäten als alltäglich spürbare Gewinne für die Menschen, die Umweltqualität und die Städte und Gemeinden berücksichtigt werden.

Viele der notwendigen Maßnahmen, insbesondere die Push-Maßnahmen, werden voraussichtlich von vielen zunächst als Beeinträchtigung ihrer Mobilität und Lebensqualität empfunden werden. Es ist deshalb notwendig darzulegen, dass diese „unbequemen Wahrheiten“ auch erhebliche Zusatzvorteile mit sich bringen können.

Bei der Umsetzung der notwendigen Maßnahmen sollten die Möglichkeiten integrierter Strategien mehr als bisher genutzt werden. Schmerzhaftes Einschnitte an einer Stelle können durch Verbesserungen an anderer Stelle kompensiert werden. So ist es z. B. überzeugender, überhöhte Subventionen langer Pendlerfahrten zu kürzen, wenn die daraus erzielten Einnahmen dann öffentlich sichtbar und nachvollziehbar zur Verbesserung umweltverträglicher Nahmobilität eingesetzt werden. Gerade weite Pendlerfahrten mit dem Pkw, oft bei einem sehr niedrigen Pkw-Besetzungsgrad von nur 1 Person pro Pkw, insbesondere zwischen Arbeitsstätte und Wohnung, sind unter Klimagesichtspunkten kritisch. Denn hier werden pro Weg besonders viele Fahrzeugkilometer gefahren und dadurch besonders viele Kohlendioxidemissionen verursacht.

Für die Verkehrswende im Ruhrgebiet sind integrierte Strategien erforderlich, die Maßnahmen zur Siedlungsstruktur, Verkehrsinfrastruktur und fiskalische Maßnahmen zur Beeinflussung des Verkehrsverhaltens umfassen, die sich gegenseitig ergänzen und verstärken.

Lokale und regionale Konzepte und Maßnahmen zum Klimaschutz fordern auch authentisch die übergeordneten politischen Ebenen, die Länder, den Bund und die Eu-

ropäische Union, auf, komplementär das in ihrer Regelungsverantwortung Liegende zu tun, damit auch der Verkehrssektor künftig einen wirksamen Beitrag zum Klimaschutz in Deutschland leistet. Im politischen Mehrebenensystem ist es ebenso erforderlich wie möglich, den Klimaschutz auf allen demokratischen Ebenen voranzubringen – auch im Verkehrssektor.

Für die Umsetzung gilt es, sofort anzufangen. Genau jetzt!

Literaturverzeichnis

Alle Internetquellen mit Zugriff am 1.1.2017

- [1] AGEBA – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V.: Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. Stand: September 2014. Berlin/Köln. (Tabelle 2.2)
- [2] BCS – Bundesverband Carsharing e. V. (2015). CarSharing-Städteranking 2015. Pressemitteilung vom 10.6.2015, Berlin
- [3] Beckmann, K. J.; Brüggemann, U.; Gräfe, J.; Huber, F. X.; Meiners, H.; Mieth, P.; Moeckel, R.; Mühlhans, H.; Rindsfuser, G.; Schaub, H.; Schrader, R.; Schürmann, C.; Schwarze, B.; Spiekermann, K.; Strauch, D.; Spahn, M. L.; Wagner, P.; Wegener, M. (2007): ILUMASS: Integrated Land-Use Modeling and Transport System Simulation. Endbericht. Berlin: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/ILUMASS_Endbericht.pdf
- [4] BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Stand 9.4.2014: Klimaschutzpolitik in Deutschland. <http://www.bmub.bund.de/themen/klima/energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik>
- [5] BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Klimaschutzplan 2050 – Klimapolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Kurzfassung und Langfassung http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_kurzf_bf.pdf
- [6] COP21: Conference of the Parties 21st session, Paris, 30 November to 12 December 2015, Adoption of the Paris Agreement <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>
- [7] Fiorello, D.; Huismans, G.; López, E.; Marques, C.; Steenberghen, T.; Wegener, M.; Zografos, K. G. (2006): Transport Strategies under the Scarcity of Energy Supply. STEPs Final Report, hrsg. von A. Monzon und A. Nuijten. Den Haag: Buck Consultants International. http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/STEPS_Final_Report.pdf
- [8] Günter, R.: Besichtigung unseres Zeitalters – Industriekultur in Nordrhein-Westfalen, Essen, 2001
- [9] Hägerstrand, T. (1970): What about people in regional science? Papers of the Regional Science Association 24, 7–21
- [10] KLIMASCHUTZGESETZ NRW 2013 https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=6&etv_d_id=13718&etv_d_back=N33&tsq=0&menu=1
- [11] Lautso, K.; Spiekermann, K.; Wege-

ner, M.; Sheppard, I.; Steadman, P.; Martino, A.; Domingo, R.; Gayda, S. (2004): PROPOLIS: Planning and Research of Policies for Land Use and Transport for Increasing Urban Sustainability. PROPOLIS Final Report. Helsinki: LT Consultants. http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/PROPOLIS_Final_Report.pdf

- [12] Metropole Ruhr 2017: Metropole Ruhr – das neue Ruhrgebiet. Differenzierte Bevölkerungsstruktur. <http://www.metropol Ruhr.de/landleute/daten-fakten/bevoelkerung.html>
- [13] Regionalverband Ruhr (2014): Perspektiven für die räumliche Entwicklung der Metropole Ruhr. Essen. http://www.metropol Ruhr.de/fileadmin/user_upload/metropol Ruhr.de/01_PDFs/Regionalverband/Regionaler_Diskurs/RF_Zukunft_Perspekt/2014_05_14_Perspektiven.pdf
- [14] Sagolla, W. (2012): Nahverkehr – Lokales Verkehrswesen. In: Kratzsch, Ernst; Raskob, Simone; Lürwer, Martin; Carow, Ulrich (Hrsg.): Memorandum zur Bewerbung der Metropole Ruhr als „Grüne Hauptstadt Europas“. Bochum/Essen/Dortmund
- [15] Schwarze, B.; Spiekermann, K.; Wegener, M.; Huber, F.; Brosch, K.; Reutter, O.; Müller, M. (2017): Städte und Klimawandel: Ruhrgebiet 2050. Integriertes Modell Ruhrgebiet und Regionaler Modal Shift. Dortmund/Wuppertal. Veröffentlicht zum Download unter www.energie-wende-ruhr.de und unter www.spiekermann-wegener.com. Die hier dargestellten Ergebnisse entstanden im Rahmenprogramm zur Förderung der Energie-wende in den Kommunen des Ruhrgebietes, gefördert durch die Stiftung Mercator
- [16] Spiekermann, K.; Wegener, M. (2005): Räumliche Szenarien für das östliche Ruhrgebiet. Schlussbericht. Dortmund: Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen (ILS NRW). http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/ILS_Raum-szenarien.pdf
- [17] UBA – Umweltbundesamt (2016): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990–2014 (Arbeitsstand: 25.11.2015), online unter: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/nationale_trendtabellen_fuer_die_deutsche_berichterstattung_atmosphaerischer_emissionen_1990-2014.xlsx
- [18] Waluga, G. (2017): Das Bürgerticket für den öffentlichen Personennahverkehr. Nutzen – Kosten – Klimaschutz, Wuppertaler Schriften zur Forschung für eine nachhaltige Entwicklung, Band 9, München 2017
- [19] Wegener, M. (1999): Die Stadt der kurzen Wege: müssen wir unsere Städte umbauen? Berichte aus dem Institut für Raumplanung 43. Dortmund: Institut für Raumplanung, Universität Dortmund. <http://www.raumplanung.tu-dortmund.de/irpud/fileadmin/irpud/content/publications/ber43.pdf>
- [20] Wegener, M. (2011): The IRPUD Model. Arbeitspapier 11/01. Dortmund: Spiekermann & Wegener Stadt- und Regionalforschung
- [21] Wuppertal Institut (2013): Metropole Ruhr – Grüne Hauptstadt Europas. Wuppertal. http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/Metropole_Ruhr_Endbericht.pdf
- [22] Wuppertal Institut (2015): Nachhaltiges Nordrhein-Westfalen 2030 – Das Leitbild. Wuppertal. http://wupperinst.org/uploads/tx_wupperinst/NHS_NRW_AP8-1_Leitbild.pdf